УДК 378 DOI: 10.33873/2686-6706.2020.15-4.528-557

Моделирование влияния цифровых технологий на качественные показатели образования

М. Г. Дубинина
Государственный академический университет гуманитарных наук (ГАУГН),
Центральный экономико-математический институт РАН (ЦЭМИ РАН),
г. Москва, Россия, Mdubinina@gaugn.ru

Введение. Цифровые технологии стали неотъемлемой частью процесса обучения в современном мире. Пандемия коронавируса ускорила их распространение, позволила протестировать их новые возможности, оценить преимущества и выявить узкие места. В связи с этим является актуальным разработать меры государственного регулирования, которые позволили бы вовремя скорректировать отрицательные последствия всеобщего дистанционного образования и использовать все его положительные стороны. **Методы исследования.** Исследование проведено с помощью методов регрессионного анализа. В качестве источника информации были использованы данные мониторинга Программы международной оценки студентов (The Programme for International Student Assessment – PISA) за 2009, 2012 и 2018 гг. (исследование PISA 2018 г. в настоящее время является последним по времени из проведенных). На основе этих данных исследовалось влияние распространения цифровых технологий на качественные показатели образования (читательскую грамотность и математические способности) учащихся 15–16 лет. В качестве характеристик распространения цифровых технологий были выбраны показатели времени, проводимого учащимися в интернете в учебном заведении (2012 и 2018 гг.), количества персональных компьютеров в расчете на 1 учащегося (2009 и 2012 гг.), доли учащихся, имеющих компьютер или ноутбук дома (2009, 2012 и 2018 гг.). Для анализа также использовались показатели доли расходов на 1 учащегося в общих

государственных расходах (2009 и 2012 гг.) и доли преподавателей, прошедших курсы повышения квалификации в последние 3 месяца (2018 г.). **Результаты и дискуссия.** Построенные регрессионные модели отразили двойственное влияние цифровых технологий на качество образования. С одной стороны, использование компьютеров и ноутбуков способствовало достижению более высоких показателей читательской грамотности и математических способностей учащихся; с другой, время, проведенное в интернете в учебном заведении и дома в течение учебной недели, оказывало отрицательное влияние на эти показатели. Кроме того, выявлено значимое положительное влияние доли государственных расходов на 1 учащегося в ВВП на душу населения и квалификации преподавателей на результаты тестирования. **Заключение.** Цифровые технологии и новые устройства кардинально изменили современное образование, помогая учащимся развивать технологические навыки, использовать результаты своего обучения, обмениваться знаниями. Однако важно учитывать возможность снижения качества обучения вследствие влияния цифровых технологий и своевременно принимать меры государственного регулирования, чтобы не допустить этого.

Ключевые слова: цифровые технологии, читательская грамотность, математические способности, виртуальная реальность, показатели образования, Programme for International Student Assessmen, PISA

Для цитирования: Дубинина М. Г. Цифровые технологии в сфере высшего образования // Управление наукой и наукометрия. 2020. Т. 15, № 4. С. 528–557. DOI: https://doi.org/10.33873/2686-6706.2020.15-4.528-557

Simulating the Impact of Digital Technologies on the Education Quality Metrics

M. G. Dubinina
State Academic University for the Humanities,
Central Economics and Mathematics
Institute of the Russian Academy of Sciences,
Moscow, Russia, Mdubinina@gaugn.ru

Introduction. Digital technologies have become an integral part of the educational process in the modern world. The coronavirus pandemic accelerated their spread, allowed their new features to be tested, their advantages to be assessed and bottlenecks identified. It is thus relevant to develop regulatory measures to timely address the negative effects of global distance education and to take advantage of all its positive aspects. **Methods**. The study was conducted using regression analysis techniques. The monitoring data of the Programme for International Stu-

dent Assessment (PISA) for 2009, 2012 and 2018 were used as a source of information (The PISA 2018 survey is currently the most recent one). These data were used to investigate the impact of the spread of digital technologies on the education quality metrics (reading literacy and numeracy) of students aged 15–16. To assess the spread of digital technologies, the following metrics were applied: the time spent by students on the Internet in an educational institution (2012 and 2018), the number of personal computers per student (2009 and 2012) and the share of students having a PC or a laptop at home (2009, 2012 and 2018). The share of spending per student in total public expenditure (2009 and 2012) and the share of teachers who have completed professional development courses in the last 3 months (2018) were also used for the analysis. **Results and Discussion.** The regression models constructed reflected the dual impact of digital technology on the quality of education. On the one hand, the use of PCs and laptops contributed to the higher levels of literacy and numeracy of students; on the other hand, the time spent on the Internet in school and at home during the school week had a negative impact on these indicators. In addition, a significant positive impact of the share of government spending per student in GDP per capita and teacher qualifications on testing results was established. **Conclusion**. Digital technologies and new devices have radically changed modern education. They help students develop technological skills, use their learning gains and share their knowledge. However, it is important to take into account that the quality of education may deteriorate due to the impact of digital technologies and to take timely governmental regulatory measures to prevent this.

Keywords: digital technology, literacy, numeracy, virtual reality, education quality metrics, Programme for International Student Assessmen, PISA

For citation: Dubinina MG. Simulating the Impact of Digital Technologies on the Education Quality Metrics. *Science Governance and Scientometrics.* 2020;15(4):528-557. DOI: https://doi.org/10.33873/2686-6706.2020.15-4.528-557

Введение / Introduction

Цифровые технологии все шире проникают во все сферы нашей жизни. Одной из главных областей применения цифровых технологий стало образование. В результате внедрения таких технологий появилась возможность обучения в виртуальных классах, проведение видеоконференций в режиме реального времени, создание онлайн-курсов и многое другое. Практически каждое учебное заведение имеет свой веб-сайт в интернете, профили, оценки и рейтинги учащихся хранятся в электронном виде.

Использование цифровых технологий в образовании стало особенно актуальным в период пандемии коронавируса, когда учебные заведения во многих странах мира вынужденно перешли на онлайн-обучение. Такая нестандартная ситуация ускорила процесс распространения цифровых технологий, позволила оценить их преимущества. Однако всеобщий переход на электронное обучение оказался тяжелым испытанием для системы образования во многих странах. Выявились его негативные последствия в виде наличия цифрового разрыва между регионами, отсутствия необходимого оборудования, недостаточной разработанности курсов, отсутствия мотивации у младших школьников, загруженности преподавателей. В связи с этим необходимо иметь возможность оценить влияние цифровых технологий на качественные показатели образования, чтобы вовремя разработать меры государственного регулирования для смягчения отрицательных последствий цифровизации и использовать все ее преимущества. Целью настоящей работы является построение моделей, описывающих взаимосвязь между показателями качества образования и использованием цифровых технологий в обучении. В настоящее время наиболее авторитетной мерой оценки качества образования являются показатели Программы международной оценки студентов (The Programme for International Student Assessmen, PISA), публикуемые раз в 3 года и оценивающие грамотность чтения и математические способности учащихся 15–16 лет. Средние баллы, полученные учащимися разных стран при выполнении тестов PISA, были использованы в данной работе как количественная оценка качества образования в стране.

Цифровые технологии для образования / Digital Technologies for Education

Цифровые технологии обозначают широкий спектр инструментов, услуг и приложений с использованием различных типов аппаратного и программного обеспечения для создания, хранения, обработки, передачи и отображения информации[1]. В целом цифровые технологии включают в себя использование персональных компьютеров, цифрового телевидения, радио, мобильных телефонов, роботов и т. д.

Цифровые технологии в образовании прошли несколько этапов своего развития. На первом этапе (1997–2006 гг.) интенсивно использовались сетевые компьютеры для совместного обучения, на втором (2007–2016 гг.) стало широко распространяться так называемое цифровое онлайн-обучение [1]. В течение этих двух периодов в образовательную практику были внедрены такие понятия, как виртуальная

[1] Teach with digital technologies. URL: https://www.education.vic.gov.au/school/teachers/teachingresources/digital/Pages/teach.aspx#:~:text=Digital%20technologies%20are%20electronic%20tools,across%20all%20curriculum%20learning%20areas (accessed: 13.08.2020).

учебная среда, мобильные устройства, PowerPoint-презентации, смарт-доски и онлайн-платформы.

В США, например, в 2015 г. около 56 % учащихся использовали на занятиях ноутбук или настольный компьютер еженедельно. По состоянию на 2016 г. наиболее распространенными цифровыми учебными материалами в США были обучающие видеоролики, образовательные приложения или программное обеспечение, а также исследовательские веб-сайты[2].

В 2018 г. наиболее важными материалами для занятий большинства студентов дистанционного обучения были видео и презентации PowerPoint от преподавателей. Их полезность подчеркнули 58 % студентов. Помимо учебников, письменных заданий и тестов, студенты выделили также интерактивные медиа (46 %) и дискуссионные доски (43 %). Из опрошенных по крайней мере 79 % студентов завершили некоторые курсовые работы на своих мобильных устройствах[3].

В настоящее время перечень цифровых технологий, поддерживающих электронное обучение, включает мобильное обучение (m-learning) с использованием мобильных приложений. Мобильное обучение обеспечивает доступ учащихся к своим учебным ресурсам с любого мобильного устройства, дает возможность согласовывать занятия с индивидуальным темпом обучения. Оно может осуществляться в индивидуальном режиме, соответствующем уровню знаний или интересам студента, использовать формат микро-курсов, включать разнообразные иммерсивные стратегии обучения (например, геймификацию (gamification), виртуальную или дополненную реальность (VR/AR)), интерактивное обучение. Все эти средства используются для повышения мотивации, производительности, вовлеченности обучающихся[4].

Кроме того, новыми технологиями в высшем образовании являются интернет вещей (IoT), блокчейн (Blockchain), кибербезопасность (cybersecurity), большие данные (Big Data), искусственный интеллект и машинное обучение (AI and machine learning), чат-боты (chatbots)[5].

Технологии дополненной и виртуальной реальности являются частью более широкого понятия иммерсивных технологий, включающих в себя технологии, которые расширяют реальность, накладывая цифровые изображения на среду пользователя, либо создают новую

---

[2] Statista. E-learning and digital education – statistics & facts. URL: https://www.statista.com/topics/3115/e-learning-and-digital-education/ (accessed: 10.07.2020).

[3] Online Education Statistics. URL: https://educationdata.org/online-education-statistics/ (дата обращения: 12.07.2020).

[4] Pandey A. 10 mobile learning trends to adopt in 2020 to drive employee performance and behavioral change. URL: https://elearningindustry.com/mobile-learning-trends-2020-for-employee-performance-and-behavioral-change (accessed: 29.07.2020).

[5] Fedirko D. 8 top trends of digital transformation in higher education. URL: https://elearningindustry.com/digital-transformation-in-higher-education-8-top-trends (accessed: 01.07.2020).

реальность, полностью изолируя пользователя от остального мира и погружая его в цифровую среду[6].

Все эти технологии в большей или меньшей степени развивались и находили свое применение в образовательной практике до недавнего времени. Однако пандемия коронавируса 2020 г., которая привела к временному закрытию образовательных учреждений по всему миру, переходу на дистанционное обучение миллионов учащихся, превратила технологии электронного обучения в мейнстрим, ускорив процесс их распространения на 5–10 лет[7]. В связи с этим особенно актуальной является оценка влияния цифровых технологий на качественные показатели образования.

Обзор литературы / Literature Review

Влиянию цифровых технологий на образование в последнее время посвящено особенно много исследований, с разных точек зрения оценивающих влияние цифровых технологий на образование[8] [2–5]. Считается, что цифровые технологии имеют потенциал для расширения доступа, снижения затрат и улучшения качества образования [6]. Однако вопрос о том, можно ли оценить количественно это влияние на успеваемость, во многом остается открытым. Общепризнанного определения успеваемости не существует. Стандартный подход ориентирован на достижения и выполнение учебных планов, степень понимания студентами материала и получаемые оценки. Более подробное определение касается компетенций, навыков и знаний, полученных через образовательный опыт [7].

В настоящее время существуют несколько направлений исследования воздействия цифровых технологий на качественные результаты обучения. В основном в них используются единые тесты, оценки, опросы учащихся и преподавателей. Кроме того, изучается влияние отдельных цифровых технологий (смартфонов, иммерсивных технологий и др.) на показатели успеваемости.

Например, в Великобритании основное внимание уделялось доказательству причинно-следственной связи между распространением информационно-коммуникационных технологий (далее – ИКТ) в школах и повышением качества обучения с помощью национальных

[6] Covarubbias C. What is immersive technology? URL: https://advrtas.com/immersive-technology/ (дата обращения: 28.07.2020).

[7] EdTechX on COVID-19: A great digital leap for both education and the future of work. URL: https://edtechnology.co.uk/covid-19/edtechx-covid-19-great-digital-leap-education-future-of-work/ (дата обращения: 21.06.2020).

[8] Трудности и перспективы цифровой трансформации образования / А. Ю. Уваров [и др.]; под ред. А. Ю. Уварова, И. Д. Фрумина. М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2019. 343 с.

тестов (измеримых системных индикаторов)[9]. В течение ряда лет там проводилось исследование влияния ИКТ на обучение и успеваемость учащихся Британским агентством образовательных коммуникаций и технологий (British Educational Communications and Technology Agency, BECTA). Согласно исследованию 2009 г., использование ИКТ повысило успеваемость учащихся по английскому языку, естествознанию и математике, при этом в большей степени повысилась успеваемость учащихся с низкими оценками. Также конкретные цифровые технологии (интерактивные доски) положительно повлияли на успеваемость учеников по тестам на грамотность и математические способности[10]. Однако с 2010 г. новых исследований в этой области не проводилось.

В работе С. Хиггинса и соавт.[11] оценка влияния цифровых технологий в школах на академическую успеваемость позволила сделать вывод о положительных, но небольших зависимостях результатов обучения от использования этих технологий. При этом эффективность в значительной степени зависела от школы и конкретных преподавателей.

Большая часть исследований в своих выводах опиралась на результаты опросов. На основании опросов студентов и преподавателей британских колледжей, проведенных Learning and Skills Development Agency (LSDA), изучался вопрос, насколько образовательные и цифровые технологии способствуют повышению качества образования. Опрос показал, что почти треть преподавателей отметили улучшение запоминания материала учащимися за счет использования ИКТ и электронного обучения. Три четверти опрошенных заявили, что электронное обучение повысило их успеваемость[12].

В целом результаты исследований свидетельствуют о том, что использование цифровых технологий в школе может иметь небольшое положительное влияние, однако оно менее очевидно по сравнению с другими учебными методами.

---

[9] Balanskat A., Blamire R., Kefala S. The ICT impact report. 2006. URL: https://www.semanticscholar.org/paper/The-The-ICT-impact-report-Balanskat-Blamire/4eef-4c242b4b4fc609d9b12083eba11bcc473124 (accessed: 03.07.2020).

[10] Underwood J. The impact of digital technology. A review of the evidence of the impact of digital technologies on formal education. BECTA, 2009. 27 p. URL: https://www.semanticscholar.org/paper/The-impact-of-digital-technology%3A-a-review-of-the-Underwood/9dd499b40af58448e353e96ba9896d9344b5a27c (accessed: 12.08.2020).

[11] Higgins S., Xiao Z., Katsipatakim M. The impact of digital technology on learning: A summary for the Education Endowment Foundation. 2012. URL: https://docplayer.net/21719459-The-impact-of-digital-technology-on-learning-a-summary-for-the-education-endowment-foundation.html (accessed: 12.08.2020).

[12] LSDA/NLN. The developing impact of ILT – Final report to the NLN research and evaluation working group by the Learning and Skills Development Agency (LSDA) and Sheffield Hallam University on the impact of information and learning technology in sector colleges. London: 2004. URL: https://www.lsda.org.uk/files/lsda/nln/Final_report_dec04_BM.pdf (accessed: 09.08.2020).

В работах [8–9] показано, что использование на занятиях в классах цифровых технологий оказывает незначительное положительное влияние на успеваемость учеников. В обзоре [10] авторы пришли к выводу, что включение дополнительных программ с использованием цифровых технологий в школьную программу может быть полезным и помочь улучшить успеваемость учащихся, однако этот вклад в изучение математики является незначительным.

В статье С. А Лапиновой и В. В. Биткина[13] оценивалась зависимость среднего балла студентов нижегородских вузов по академическим дисциплинам по итогам сессии от использования ими информационных технологий и социальных сетей, времени, проводимого в интернете, и т. д. В результате исследования авторы пришли к заключению, что для студентов с высокими баллами информационные технологии оказывают незначимое положительное влияние на успеваемость, а на студентов с низкими баллами оказывают значимое отрицательное влияние. При этом каждый час, проведенный в интернете без цели образования, снижает средний балл студентов на 0,15.

Работа Н. Г. Ефимовой [11] содержит результаты опроса учителей относительно их оценки результативности использования ИКТ и динамики качества знаний учащихся при использовании цифровых технологий. Автором было выявлено, что в классах, где на занятиях активно использовались ИКТ, показатели успеваемости были выше, чем в классах, занимавшихся без использования цифровых технологий (средние баллы – 4,7 и 3,4 соответственно).

Еще одно направление исследований касается влияния использования отдельных цифровых технологий на процесс обучения. Так, например, согласно данным компании Microsoft, использование иммерсивных и 3D-технологий способствует повышению успеваемости среди учащихся на 22 %; на 35 % повышается их вовлеченность, а также уменьшается процент отсева[14].

В статье Дж. Уэйкфилда и соавт. [12] исследовалось влияние совместного использования планшетов преподавателями и студентами первого года обучения на успеваемость последних на основе данных из записей о зачислении и посещаемости, результатов экзаменов в конце семестра и опросов. Авторы пришли к выводу, что использование планшетов приводило к повышению успеваемости учащихся по вопросам, требующим запоминания (например, формул), однако снижало успеваемость по теоретическим вопросам с «расширенными» ответами.

---

[13] Лапинова С. А., Биткин В. В. Оценка влияния информационных технологий на успеваемость студентов. В кн.: Новая наука: опыт, традиции, инновации: Международное научное периодическое издание по итогам Международной научно-практической конференции (Оренбург, 12 января 2017). URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=27705717& (дата обращения: 11.08.2020).

[14] Смешанная реальность для образования. Microsoft. URL: https://www.microsoft.com/ru-ru/education/mixed-reality (дата обращения: 07.07.2020).

В настоящее время наиболее авторитетным инструментом оценки качества образования являются показатели Программы международной оценки студентов (The Programme for International Student Assessmen, PISA), публикуемые раз в три года и предоставляющие большое количество дополнительных материалов. Данные материалы используются для различных исследований, в т. ч. для оценки влияния ИКТ на показатели читательской грамотности, математических способностей, знаний в области естественных наук.

Так, в работе немецких исследователей[15] на основе данных PISA за 2003 г. изучалась взаимосвязь между успеваемостью учащихся, с одной стороны, и доступностью и использованием компьютеров дома и в школе, с другой. Анализ показал положительную корреляцию между успеваемостью учащихся и доступностью компьютеров как дома, так и в школе. Однако условная взаимосвязь между успеваемостью и использованием компьютеров и интернета в школе, согласно выводам авторов, имеет перевернутую U-образную форму, что, по их мнению, может отражать негативные эффекты компьютеризированного обучения или его низкий оптимальный уровень.

В работе М. Родригеса и Ф. Мияги[16] предложена модель зависимости достижения учащихся в научном тесте PISA от разной интенсивности использования ИКТ:

$$PISA_{scoreis} = \alpha + \beta ICT_{is} + \gamma X_{is} + \delta_s + \varepsilon_{is},$$

где оценка $PISA_{scoreis}$ ученика i в школе s связана с интенсивностью использования различных ИКТ (ICT_{is}), индивидуальными демографическими характеристиками (X_{is}) и фиксированными эффектами школы (δ_s). За основу были взяты данные исследования PISA 2015 г. В качестве характеристик, отражающих интенсивность использования ИКТ, авторы ввели в модель 5 индексов использования цифровых технологий: дома – для домашних заданий, для общения по поводу домашних заданий и для общих целей; в школе – для учебных и для общих целей. В результате исследования была выявлена положительная корреляция между успеваемостью учащихся в естественных науках и интенсивностью использования ИКТ дома для учебы и для общих целей; отрицательная – с другими показателями интенсивности использования ИКТ, в частности интенсивности использования ИКТ в школе.

[15] Fuchs T., Woessmann L. Computers and student learning: Bivariate and multivariate evidence on the availability and use of computers at home and at school // CESifo Working Paper Series. 2004. URL: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=619101 (accessed: 13.08.2020).

[16] Rodrigues M., Biagi F. Digital technologies and learning outcomes of students from low socio-economic background: An analysis of PISA 2015. Publications Office of the European Union, 2017. 68 p. DOI: https://doi.org/10.2760/415251

Методы исследования / Methods

Перечисленные выше исследования были основаны на данных микроуровня, в т. ч. персональных характеристиках участников опросов, а полученные результаты во многом зависели от качества преподавания в учебных заведениях и квалификации преподавателей. Такой подход не позволяет делать обобщенные выводы на уровне стран, а также исследовать влияние государственной политики финансирования образования.

В настоящей работе строится модель зависимости качественных показателей образования от уровня развития цифровых технологий в среднем по странам на основе данных PISA за 2009, 2012 и 2018 гг.[17]. В качестве зависимых переменных были выбраны средние показатели читательской грамотности в цифровой среде, баллов, (Y_1) и математических способностей, баллов, (Y_2) учащихся в возрасте 15–16 лет по странам (включая Россию) по методологии PISA.

В современной международной статистике образования, к сожалению, отсутствуют показатели распространения новейших цифровых технологий (например, средств дополненной/виртуальной реальности или облачных технологий), поэтому в качестве характеристики применения цифровых технологий были рассмотрены следующие показатели:

− количество компьютеров в расчете на 1 учащегося, используемых для целей обучения, ед.;

− доля учащихся, имеющих дома интернет-соединение, %;

− доля учащихся, имеющих дома компьютер, %;

− доля учащихся, имеющих дома ноутбук, %;

− доля учащихся, имеющих дома игровую консоль, %;

− доля учащихся, имеющих дома планшет, %;

− доля учащихся, имеющих дома электронную книгу, %;

− время, проведенное в интернете во время занятий, в среднем за неделю, мин.;

− время, проведенное в интернете дома, в среднем за учебную неделю, мин.;

− время, проведенное в интернете дома в среднем за выходные в течение недели, мин.

Кроме того, исследовалось влияние затрат на среднее и высшее образование в государственных расходах стран, участвовавших в мониторинге PISA (показатели WorldBank доли государственных расходов на 1 учащегося в ВВП на душу населения, %; доли государственных расходов на образование в ВВП, %; на высшее образование в общем объеме государственных расходов, %; на среднее образование в общем объеме государственных расходов, %) и повышения квалификации преподавателей (показатель доли преподавателей, прошедших

[17] PISA. Publications. URL: https://www.oecd.org/pisa/publications/ (дата обращения: 15.07.2020).

курсы повышения квалификации в течение трех ближайших месяцев, %) на среднее количество баллов по тестам на читательскую грамотность и математические способности, полученных учащимися стран из выборки.

База данных для настоящего исследования включает в себя информацию по 66 странам, однако не все показатели имеются для каждой страны. Это связано с меньшим количеством участников тестирования PISA в 2009 г., а также с изменяющимся набором факторов, отражаемых в данных мониторинга.

Результаты и дискуссия / Results and Discussion

На первой стадии расчетов были построены корреляционные матрицы для каждого года исследования (таблица). Многие показатели распространения цифровых технологий оказались связаны между собой сильной зависимостью (например, доля учащихся, имеющих дома доступ к интернету, сильно коррелирована с долей учащихся, имеющих дома ноутбук, компьютер или планшет). Поэтому для исключения мультиколлинеарности в модели был выбран только один из этих показателей. Обращает на себя внимание тот факт, что время, проведенное в интернете в школе и дома в течение учебной недели, отрицательно коррелировано с баллами, полученными за тесты на читательскую грамотность и математические способности. Показатель доли учащихся, проводящих в интернете более 6 ч в день, также отрицательно коррелирован с результатами тестов, что свидетельствует о необходимости рационально использовать цифровые технологии и не допускать ситуации, когда отрицательный эффект будет преобладать над положительным.

Следует отметить, что многие коэффициенты парной корреляции между использованием цифровых технологий и качественными показателями образования в 2009 г. выше, чем в более поздних наблюдениях. Например, коэффициент корреляции показателя среднего количества компьютеров в учебном заведении, используемых в учебных целях, в расчете на 1 учащегося, со средним количеством баллов по математике снизился значительно (с 0,585 в 2009 г. до 0,319 в 2012 г.). Такой результат может свидетельствовать об уменьшении влияния данных цифровых технологий на качественные показатели образования.

На втором этапе исследования были построены модели зависимости переменных Y_1^t и Y_2^t (t = 09, 12, 18) от трех групп факторов: показателей использования цифровых технологий дома, в учебном заведении, а также от государственных затрат на образование. В качестве независимых переменных использовались следующие показатели:

− количество компьютеров в расчете на 1 учащегося, используемых для целей обучения, ед. (x_1^t);

− доля учащихся, имеющих дома компьютер, % (x_2^t);

− доля учащихся, имеющих ноутбук, % (x_3^t);

Таблица. Парные коэффициенты корреляции показателей распространения цифровых технологий и баллов, набранных учащимися в тестах на читательскую грамотность и математические способности

Table. Paired correlation ratio for digital prevalence and student scores on literacy and mathematics

Цифровые технологии / Digital Technology	Математические способности / Mathematics			Читательская грамотность / Literacy		
Доля учащихся, имеющих дома следующие цифровые устройства / Share of students with the following digital devices at home:	2009	2012	2018	2009	2012	2018
настольный компьютер / desktop PC	0,426	н. д. / n/a	0,477	0,362	н. д. / n/a	0,250
ноутбук / laptop	0,365	н. д. / n/a	0,520	0,355	н. д / n/a.	0,519
игровая консоль / game console	0,265	н. д. / n/a	0,318	0,300	н. д. / n/a	0,375
планшет / tablet	н. д. / n/a	н. д. / n/a	0,635	н. д. / n/a	н. д. / n/a	0,569
электронная книга / e-Book	н. д. / n/a	н. д. / n/a	-0,037	н. д. / n/a	н. д. / n/a	-0,176
Учащиеся, имеющие хотя бы один компьютер дома / Students having at least one computer at home	0,759	0,598	н. д. / n/a	0,740	0,546	н. д. / n/a
Имеющие подключение к интернету / With Internet connection	0,691	0,622	0,683	0,642	0,573	0,611
Время, проведенное в интернете в школе в течение учебной недели / Time spent on the Internet at school during the school week	н. д. / n/a	-0,384	-0,199	н. д. / n/a	-0,393	-0,057
Время, проведенное в интернете дома в течение учебной недели / Time spent on the Internet at home during the school week	н. д. / n/a	-0,337	-0,278	н. д. / n/a	-0,367	-0,065
Время, проведенное в интернете дома в течение выходных / Time spent on the Internet at home during the weekend	н. д. / n/a	-0,056	0,085	н. д. / n/a	-0,180	0,334
Доля экстремальных пользователей, проводящих в сети более 6 ч в день в общей численности 15-летних учащихся, % / Share of extreme Internet users who spend more than 6 hours a day on the Internet in the total population of 15-year-old students, %	н. д. / n/a	-0,505	н. д. / n/a	н. д. / n/a	-0,499	н. д. / n/a
Среднее количество компьютеров в расчете на 1 студента / Average number of computers per student	0,585	0,319	н. д. / n/a	0,589	0,303	н. д. / n/a

– время, проведенное в интернете во время занятий в среднем за неделю, мин. (x_4^t);

– время, проведенное в интернете дома и во время занятий в среднем за неделю, мин. (x_5^t);

– доля государственных расходов на одного учащегося в % от ВВП на душу населения в год t, (x_6^t),

– доля государственных расходов на образование в ВВП, % (x_7^t);

– доля преподавателей, прошедших курсы повышения квалификации в течение трех ближайших месяцев (x_8^t).

Для каждого года исследования выбор показателей был основан на анализе корреляционных матриц и расчете показателей VIF для проверки мультиколлинеарности факторов. Для 2009, 2012 и 2018 гг. рассчитанные значения VIF для выбранных показателей не превосходят 2, парные коэффициенты корреляции между факторами меньше 0,7.

Для данных PISA по 45 странам за 2009 г. (см. Приложение 1) были получены следующие модели (в скобках здесь и далее – t-статистики):

$$Y_1^{09} = 310.5 + 72.4 * x_1^{09} + 1.2 * x_2^{09} + 6.2 * x_7^{09}, \; R^2 = 0.69$$
$$(14.6) \quad (2.3) \quad (4.5) \quad (1.8);$$

$$Y_2^{09} = 293.0 + 95.1 * x_1^{09} + 1.6 * x_2^{09} + 1.4 * x_7^{09}, \; R^2 = 0.72$$
$$(12.1) \quad (2.7) \quad (5.4) \quad (0.4).$$

Стандартизированные коэффициенты регрессии для каждой из моделей свидетельствуют о большем вкладе показателя наличия компьютера дома, по сравнению с количеством компьютеров на 1 учащегося в школе и долей затрат на образование, в ВВП (для читательской грамотности стандартизированные коэффициенты регрессии равны 0,55, 0,27 и 0,17 соответственно, для математических способностей – 0,61, 0,30 и 0,03). Влияние затрат на образование в этой модели оказалось значимым на уровне 10 % для читательской грамотности и незначимым для математических способностей.

Для данных PISA 2012 г. (выборка из 17 стран, Приложение 2) были получены следующие соотношения:

$$Y_1^{12} = 430.7 + 88.2 * x_1^{12} - 1.39 * x_4^{12} + 2.8 * x_6^{12}, \; R^2 = 0.61$$
$$(15.1) \quad (2.5) \quad (-2.4) \quad (2.8);$$

$$Y_2^{12} = 420.4 + 62.08 * x_1^{12} - 1.05 * x_4^{12} + 3.39 * x_6^{12}, \; R^2 = 0.83$$
$$(26.1) \quad (3.1) \quad (-3.2) \quad (6.0).$$

В результате моделирования выявлено значимое положительное влияние количества компьютеров и доли государственных расходов на 1 учащегося и значимое отрицательное влияние времени, проведенного в интернете в учебном заведении, как на показатель грамотности,

так и на показатель математических способностей. В то же время значимого влияния использования учащимися цифровых технологий дома на средние значения результатов тестирования выявлено не было.

При этом на показатель математических способностей наибольшее влияние оказывало значение доли государственных расходов на 1 учащегося, стандартизированный коэффициент регрессии которого (0,711) больше абсолютных значений коэффициентов других факторов (0,45 для показателя количества компьютеров на 1 учащегося и -0,46 – для показателя времени, проведенного в интернете). На показатель читательской грамотности наибольшее влияние оказывал фактор количества компьютеров на 1 учащегося, стандартизированный коэффициент которого (0,543) несколько выше остальных коэффициентов (-0,514 – для времени, проводимого в интернете и 0,5 – для доли государственных расходов на 1 учащегося).

Для данных PISA 2018 г. (выборка из 43 стран, см. Приложение 3) получены следующие регрессионные зависимости:

$$Y_1^{18} = \underset{(10.1)}{341.2} + \underset{(4.5)}{2.07} * x_3^{18} - \underset{(-2.9)}{0.28} * x_5^{18} + \underset{(2.4)}{0.56} * x_8^{18},\ R^2=0.48;$$

$$Y_2^{18} = \underset{(11.1)}{353.6} + \underset{(6.8)}{2.7} * x_3^{18} - \underset{(-5.6)}{0.52} * x_5^{18} + \underset{(2.3)}{0.49} * x_8^{18},\ R^2=0.61.$$

Для 2018 г. нет информации по исследуемым странам об оснащенности учебных заведений компьютерами в расчете на 1 учащегося, поэтому использовались данные о наличии ноутбуков, подключенных к интернету, дома у респондентов. Их наличие и использование в наибольшей степени повлияли на значения рассматриваемых показателей (стандартизированные коэффициенты регрессии для этого фактора оказались наибольшими в каждом уравнении – 0,620 и 0,734 соответственно). Выявлена также значимая положительная корреляция доли преподавателей, повысивших свою квалификацию в течение предыдущих трех месяцев, и баллов, набранных учащимися в тестах на читательскую грамотность и математические способности. Качество образования во многом определяется уровнем знаний и профессионализмом преподавателей, а применение цифровых технологий требует от них постоянного совершенствования и развития.

Аналогично для 2012 г. получено значимое отрицательное влияние времени, проведенного учащимися в интернете в учебном заведении и дома. Это время далеко не всегда используется для целей обучения: наличие различных мобильных устройств у учащихся может отвлекать их от изучения материала,

Таким образом, цифровые технологии оказывают двойственное влияние на качество образования учащихся, не только способствуя его повышению, но и понижая его в случае использования данных технологий не для целей обучения.

Заключение / Conclusion

В современном обществе, где цифровые технологии проникают во все сферы деятельности, необходимо уметь правильно и эффективно их использовать. И это умение должно прививаться еще в процессе обучения, в школах и высших учебных заведениях. Мобильные технологии и новые устройства кардинально изменили современное образование; оно все больше становится смешанным, использующим традиционное и электронное обучение. Цифровые технологии помогают учащимся развивать технологические навыки, использовать результаты своего обучения, обеспечивают обмен знаниями, позволяют не прерывать образовательный процесс в условиях чрезвычайных обстоятельств.

Однако, как показало настоящее исследование, время, проведенное в интернете, оказывает отрицательное влияние на качество образования, на показатели грамотности и математических способностей. Довольно часто это время используется не для обучения: интернет отвлекает и, возможно, отучает мыслить самостоятельно, т. к. создает иллюзию, что в нем можно найти ответы на любые вопросы. Результаты моделирования подтверждаются тестированием, проведенным в начальных школах в США, которое показало, что учащиеся, активно использующие компьютер, по мнению учителей, испытывали трудности в создании своих собственных образов или генерировании идей[18].

Результаты, полученные с помощью разработанных моделей оценки влияния цифровых технологий на качественные показатели образования, могут быть полезны федеральным органам исполнительной власти при формировании политики в области образования. Опубликованный летом 2020 г. проект Постановления Правительства Российской Федерации предполагает проведение эксперимента по внедрению целевой модели цифровой образовательной среды в 14 регионах России в 2020–2022 гг.[19] Это означает, что применение цифровых технологий в образовании будет продолжать расширяться, следовательно, необходимо учитывать возможность снижения качества обучения вследствие влияния цифровых технологий для своевременного реагирования на сложившуюся ситуацию.

---

[18] Negative impact of technology on learning. URL: https://www.assignmentexpert.com/blog/negative-impact-of-technology-on-learning/ (accessed: 09.08.2020).

[19] Проект Постановления Правительства РФ «О проведении в 2020–2022 годах эксперимента по внедрению целевой модели цифровой образовательной среды в сфере общего образования, среднего профессионального образования и соответствующего дополнительного профессионального образования, профессионального обучения, дополнительного образования детей и взрослых». URL: http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=PNPA;n=59532#07245697497518031 (дата обращения: 14.08.2020).

Список использованных источников

1. A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda / J. Radianti [et al.] // Computers & Education. 2020. Vol. 147. 103778. DOI: https:doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103778

2. Pinto M., Leite C. Digital technologies in support of students learning in Higher Education: literature review // Digital Education Review. 2020. Vol. 37. P. 343–360. URL: https://revistes.ub.edu/index.php/der/article/view/26783 (accessed: 10.08.2020).

3. Santos H., Batista J., Marques R. P. Digital transformation in higher education: the use of communication technologies by students // Procedia Computer Science. 2019. Vol. 164. P. 123–130. DOI: https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.12.163

4. The potential of digital tools to enhance mathematics and science learning in secondary schools: A context-specific meta-analysis / D. Hillmayr [et al.] // Computers & Education. 2020. Vol. 153. 103897. DOI: https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103897

5. Ding H., Homer M. Interpreting mathematics performance in PISA: Taking account of reading performance // International Journal of Educational Research. 2020. Vol. 102. 101566. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijer.2020.101566

6. Andersson, A., Grönlund, Å. A conceptual framework for e-learning in developing countries: A critical review of research challenges // The Electronic Journal of Information Systems in Developing Countries. 2009. Vol. 38, no. 1. P. 1–16. DOI: https://doi.org/10.1002/j.1681-4835.2009.tb00271.x.

7. Youssef A. B., Dahmani M. The impact of ICT on student performance in higher education: Direct effects, indirect effects and organisational change, RUSC // Universities and Knowledge Society Journal. 2008. Vol. 5, no. 1. P. 45–56. DOI: https://doi.org/10.7238/RUSC.V5I1.321

8. Cener E., Acun I., Demirhan G. The impact of ICT on pupils' achievement and attitudes in Social Studies // Journal of Social Studies Education Research. 2015. Vol. 6, no. 1. P. 190–207. DOI: https://doi.org/10.17499/jsser.67856

9. Chauhan S. A meta-analysis of the impact of technology on learning effectiveness of elementary students // Computers & Education. 2017. Vol. 105. P. 14–30. DOI: https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.11.005

10. Cheung A. S., Slavin R. E. The effectiveness of educational technology applications for enhancing mathematics achievement in K-12 classrooms: A meta-analysis // Educational Research Review. 2013. Vol. 9. P. 88–113. DOI: https://doi.org/10.1016/j.edurev.2013.01.001

11. Ефимова Н. Г. Влияние ИКТ на качество обучения и школьные результаты // Оригинальные исследования (ОРИС). 2019. Т. 9, вып. 3.

С. 36–43. URL: https://ores.su/ru/journals/oris-jrn/2019-oris-3-2019/a229741 (дата обращения: 10.08.2020).

12. The impact of an iPad-supported annotation and sharing technology on university students' learning / J. Wakefield [et al.] // Computers & Education. 2018. Vol. 122. P. 243–259. DOI: https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.03.013

Дата поступления: 17.08.2020

References

1. Radianti J, Majchrzak TA, Fromm J, Wohlgenannt I. A Systematic Review of Immersive Virtual Reality Applications for Higher Education: Design Elements, Lessons Learned, and Research Agenda. *Computers & Education*. 2020;147:103778. DOI: https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103778

2. Pinto M, Leite C. Digital Technologies in Support of Students Learning in Higher Education: Literature Review. *Digital Education Review*. 2020; 37:343-360. URL: https://revistes.ub.edu/index.php/der/article/view/26783 (accessed: 10.08.2020).

3. Santos H, Batista J, Marques RP. Digital Transformation in Higher Education: the Use of Communication Technologies by Students. *Procedia Computer Science*. 2019;164:123-130. DOI: https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.12.163

4. Hillmayr D, Ziernwald L, Reinhold F, Hofer SI. The Potential of Digital Tools to Enhance Mathematics and Science Learning in Secondary Schools: A Context-Specific Meta-Analysis. *Computers & Education*. 2020;153:103897. DOI: https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103897

5. Ding H, Homer M. Interpreting Mathematics Performance in PISA: Taking Account of Reading Performance. *International Journal of Educational Research*. 2020;102:101566. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijer.2020.101566

6. Andersson A, Grönlund Å. A Conceptual Framework for E-learning in Developing Countries: A Critical Review of Research Challenges. *The Electronic Journal of Information Systems in Developing Countries*. 2009;38(1):1-16. DOI: https://doi.org/10.1002/j.1681-4835.2009.tb00271.x

7. Youssef AB, Dahmani M. The Impact of ICT on Student Performance in Higher Education: Direct Effects, Indirect Effects and Organisational Change, RUSC. *Universities and Knowledge Society Journal*. 2008;5(1):45-56. DOI: https://doi.org/10.7238/RUSC.V5I1.321

8. Cener E, Acun I, Demirhan G. The Impact of ICT on Pupils' Achievement and Attitudes in Social Studies. *Journal of Social Studies Education Research*. 2015;6(1):190-207. DOI: https://doi.org/10.17499/jsser.67856

9. Chauhan S. A Meta-Analysis of the Impact of Technology on Learning Effectiveness of Elementary Students. *Computers & Education*. 2017;105:14-30. DOI: https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.11.005

10. Cheung AS, Slavin RE. The Effectiveness of Educational Technology Applications for Enhancing Mathematics Achievement in K-12 Classrooms: A Meta-Analysis. *Educational Research Review*. 2013;9:88-113. DOI: https://doi.org/10.1016/j.edurev.2013.01.001

11. Efimova NG. Impact of ICTs on Learning Quality and School Outcomes. *Original Research (ORIS)*. 2019;9(3):36-43. Available at: https://ores.su/ru/journals/oris-jrn/2019-oris-3-2019/a229741 (accessed: 10.08.2020). (In Russ.)

12. Wakefield J, Frawley JK, Tyler J, Dyson LE. The Impact of an iPad-Supported Annotation and Sharing Technology on University Students' Learning. *Computers & Education*. 2018;122:243-259. DOI: https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.03.013

Submitted: 17.08.2020

Информация об авторе

Дубинина Марина Геннадьевна, старший преподаватель, Государственный академический университет гуманитарных наук (119049, Россия, г. Москва, Мароновский пер., д. 26), научный сотрудник, Центральный экономико-математический институт РАН (117418, Россия, г. Москва, Нахимовский пр-т, д. 47), ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4578-668X. Сфера научных интересов включает ИКТ, диффузию технологий, образовательные технологии, компании высокотехнологичных отраслей, роботизацию, технико-экономические показатели отдельных видов роботов.

Information about the author

Marina G. Dubinina, Senior Lecturer, State Academic University of Humanities (26 Maronovskiy Lane, Moscow 119049, Russia), Researcher, Central Economics and Mathematics Institute of the Russian Academy of Sciences (47 Nakhimovsky Prospect, Moscow 117418, Russia), ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4578-668X. Her sphere of expertise includes information and communication technologies, technology diffusion, educational technologies, hi-tech companies, robotisation, technical and economic metrics for certain types of robots.

Приложение 1
Appendix 1

Исходная информация для расчетов за 2009 г.
Initial information for calculations for 2009

№ п/п	Страна / Country	Математические способности / Performance in computer-based mathematics	Читательская грамотность / Performance in digital reading	Количество компьютеров в расчете на 1 учащегося, используемых для целей обучения, ед. / Number of computers per student	Доля учащихся, имеющих дома компьютер, % / Percentage of students who reported that they have a computer at home	Доля государственных расходов на образование в ВВП, % / Government expenditure on education, total (% of GDP)
1	Аргентина / Argentina	388,07	388	0,063	66,889	5,531
2	Австралия / Australia	514,34	515	0,409	98,804	5,086
3	Австрия / Austria	495,91	470	0,422	98,788	5,730
4	Бельгия / Belgium	515,27	506	0,334	98,389	6,415
5	Бразилия / Brazil	385,81	412	0,029	53,334	5,464
6	Болгария / Bulgaria	428,07	429	0,253	87,149	4,286
7	Канада / Canada	526,81	524	0,509	98,618	4,853
8	Чили / Chile	421,06	449	0,162	76,034	4,231

№ п/п	Страна / Country	Математические способности / Performance in computer-based mathematics	Читательская грамотность / Performance in digital reading	Количество компьютеров в расчете на 1 учащегося, используемых для целей обучения, ед. / Number of computers per student	Доля учащихся, имеющих дома компьютер, % / Percentage of students who reported that they have a computer at home	Доля государственных расходов на образование в ВВП, % / Government expenditure on education, total (% of GDP)
9	Колумбия / Colombia	380,85	413	0,164	47,763	4,775
10	Хорватия / Croatia	459,94	476	0,240	95,544	4,384
11	Чехия / Czech Republic	492,81	478	0,453	97,102	4,171
12	Дания / Denmark	503,28	495	0,554	99,668	8,449
13	Эстония / Estonia	512,10	501	0,397	97,599	5,954
14	Финляндия / Finland	540,50	536	0,329	99,529	6,485
15	Германия / Germany	512,78	497	0,332	98,842	4,880
16	Гонконг / Hong Kong	554,53	533	0,536	99,025	4,392
17	Венгрия / Hungary	490,17	494	0,422	93,913	4,964
18	Исландия / Iceland	506,67	500	0,462	99,505	7,184

№ п/п	Страна / Country	Математические способности / Performance in computer-based mathematics	Читательская грамотность / Performance in digital reading	Количество компьютеров в расчете на 1 учащегося, используемых для целей обучения, ед. / Number of computers per student	Доля учащихся, имеющих дома компьютер, % / Percentage of students who reported that they have a computer at home	Доля государственных расходов на образование в ВВП, % / Government expenditure on education, total (% of GDP)
19	Индонезия / Indonesia	371,30	402	0,044	21,053	3,525
20	Ирландия / Ireland	487,14	496	0,277	97,040	6,135
21	Израиль / Israel	446,86	474	0,194	94,767	5,495
22	Италия / Italy	482,91	486	0,267	96,707	4,536
23	Казахстан / Kazakhstan	404,88	390	0,348	53,317	3,061
24	Латвия / Latvia	481,95	484	0,479	91,013	5,574
25	Литва / Lithuania	476,60	468	0,322	93,662	5,577
26	Макао / Macau	525,28	487	0,407	98,948	2,546
27	Мексика / Mexico	418,51	425	0,048	49,543	5,188
28	Нидерланды / Netherlands	525,84	508	0,388	99,860	5,432

№ п/п	Страна / Country	Математические способности / Performance in computer-based mathematics	Читательская грамотность / Performance in digital reading	Количество компьютеров в расчете на 1 учащегося, используемых для целей обучения, ед. / Number of computers per student	Доля учащихся, имеющих дома компьютер, % / Percentage of students who reported that they have a computer at home	Доля государственных расходов на образование в ВВП, % / Government expenditure on education, total (% of GDP)
29	Новая Зеландия / New Zealand	519,30	521	0,714	96,292	6,281
30	Норвегия / Norway	497,96	503	0,554	99,420	7,095
31	Перу / Peru	365,11	370	0,071	38,169	3,140
32	Польша / Poland	494,80	500	0,203	94,615	4,989
33	Португалия / Portugal	486,89	489	0,452	98,038	5,562
34	Катар / Qatar	368,11	372	0,321	97,143	3,413
35	Румыния / Romania	427,08	424	0,283	84,372	4,002
36	Сербия / Serbia	442,38	442	0,140	89,533	4,484
37	Сингапур / Singapore	562,02	526	0,501	97,067	3,010
38	Словакия / Slovakia	496,68	477	0,321	90,316	4,011

№ п/п	Страна / Country	Математические способности / Performance in computer-based mathematics	Читательская грамотность / Performance in digital reading	Количество компьютеров в расчете на 1 учащегося, используемых для целей обучения, ед. / Number of computers per student	Доля учащихся, имеющих дома компьютер, % / Percentage of students who reported that they have a computer at home	Доля государственных расходов на образование в ВВП, % / Government expenditure on education, total (% of GDP)
39	Словения / Slovenia	501,47	483	0,210	99,249	5,569
40	Испания	483,49	481	0,445	91,255	4,868
41	Швеция	494,24	497	0,274	99,165	6,851
42	Швейцария	533,96	501	0,365	99,071	5,041
43	Таиланд	418,58	421	0,296	55,553	3,862
44	Тунис	371,48	404	0,013	45,298	6,528
45	Великобритания	492,41	494	0,718	98,974	5,107

Приложение 2
Appendix 2

Исходная информация для расчетов 2012 г.
Initial information for calculations for 2012

№ п/п	Страна / Country	Математические способности / Performance in computer-based mathematics	Читательская грамотность / Performance in digital reading	Количество компьютеров в расчете на 1 учащегося, используемых для целей обучения, ед. / Number of computers per student	Время, проведенное в интернете во время занятий в среднем за неделю, мин / Time spent using the Internet at school on a typical weekday	Доля государственных расходов на одного учащегося в % от ВВП на душу населения в год / Government expenditure per student, secondary (% of GDP per capita)
1	Австралия / Australia	520,6	507,7	1,073	58,086	23,679
2	Австрия / Austria	480,0	507,3	0,342	29,504	33,304
3	Дания / Denmark	494,7	496,2	0,417	46,533	29,995
4	Эстония / Estonia	522,8	516,1	0,468	23,815	21,822
5	Гонконг / Hong Kong	549,8	549,6	0,464	11,343	32,800
6	Венгрия / Hungary	450,3	469,8	0,450	29,531	19,088
7	Ирландия / ireland	520,1	493,1	0,386	15,900	21,393
8	Израиль / Israel	461,0	446,6	0,214	25,406	16,177

№ п/п	Страна / Country	Математические способности / Performance in computer-based mathematics	Читательская грамотность / Performance in digital reading	Количество компьютеров в расчете на 1 учащегося, используемых для целей обучения, ед. / Number of computers per student	Время, проведенное в интернете во время занятий в среднем за неделю, мин / Time spent using the Internet at school on a typical weekday	Доля государственных расходов на одного учащегося в % от ВВП на душу населения в год / Government expenditure per student, secondary (% of GDP per capita)
9	Италия / Italy	504,1	498,8	0,243	19,349	19,263
10	ОЭСР в среднем / OECD average	496,9	497,2	0,215	24,916	23,387
11	Польша / Poland	476,8	489,0	0,252	12,844	23,387
12	Российская Федерация / Russian Federation	465,6	489,1	0,339	34,357	21,152
13	Сингапур / Singapore	567,0	566,0	0,490	20,008	38,035
14	Словакия / Slovakia	474,3	497,3	0,500	32,532	23,979
15	Словения / Slovenia	471,3	486,9	0,301	28,126	21,238
16	Испания / Spain	466,1	475,1	0,456	34,624	22,307
17	Швеция / Sweden	498,4	489,9	0,270	39,248	25,281

Приложение 3
Appendix 3

Исходная информация для расчетов за 2018 г.
Initial information for calculations for 2018

№ п/п	Страны / Countries	Математические способности / Performance in computer-based mathematics	Читательская грамотность / Performance in digital reading	Время, проведенное в интернете во время занятий и дома, в среднем за неделю, мин / Time spent using the Internet at school and at home on a typical weekday	Доля учащихся, имеющих дома ноутбук, % / Percentage of students who reported that they have a note at home	Доля преподавателей, прошедших курсы повышения квалификации в течение трех ближайших месяцев / Teachers who participated in professional development last three month, %
1	Албания / Albania	405	437,22	161,45	67,93	66,04
2	Австралия / Australia	503	491,36	286,76	95,67	86,72
3	Австрия / Austria	484	498,94	239,75	93,58	43,09
4	Бельгия / Belgium	493	508,07	234,13	92,73	47,85
5	Бразилия / Brazil	413	383,57	254,57	57,13	42,65
6	Болгария / Bulgaria	420	436,04	299,90	87,14	54,19
7	Чили / Chile	452	417,41	310,49	84,20	47,98

№ п/п	Страны / Countries	Математические способности / Performance in computer-based mathematics	Читательская грамотность / Performance in digital reading	Время, проведенное в интернете во время занятий и дома, в среднем за неделю, мин / Time spent using the Internet at school and at home on a typical weekday	Доля учащихся, имеющих дома ноутбук, % / Percentage of students who reported that they have a note at home	Доля преподавателей, прошедших курсы повышения квалификации в течение трех ближайших месяцев / Teachers who participated in professional development last three month, %
8	Китайский Тайпей / Chinese Taipei	503	531,14	194,30	71,91	59,81
9	Коста-Рика / Costa Rica	426	402,33	301,34	69,60	34,37
10	Хорватия / Croatia	479	464,20	244,02	86,90	52,83
11	Чехия / Czech Republic	490	499,47	210,07	88,78	41,85
12	Дания / Denmark	501	509,40	346,51	98,85	32,84
13	Эстония / Estonia	523	523,41	254,03	93,01	62,01
14	Финляндия / Finland	520	507,30	241,76	93,60	47,31
15	Франция / France	493	495,41	219,05	88,49	34,07
16	Греция / Greece	457	451,37	213,54	84,11	25,92

№ п/п	Страны / Countries	Математические способности / Performance in computer-based mathematics	Читательская грамотность / Performance in digital reading	Время, проведенное в интернете во время занятий и дома, в среднем за неделю, мин / Time spent using the Internet at school and at home on a typical weekday	Доля учащихся, имеющих дома ноутбук, % / Percentage of students who reported that they have a note at home	Доля преподавателей, прошедших курсы повышения квалификации в течение трех ближайших месяцев / Teachers who participated in professional development last three month, %
17	Гонконг / Hong Kong	524	551,15	183,00	78,12	66,50
18	Венгрия / Hungary	476	481,08	249,34	81,65	19,41
19	Исландия / Iceland	474	495,19	251,03	94,04	72,30
20	Ирландия / Ireland	518	499,63	211,33	92,09	77,80
21	Израиль / Israel	470	463,03	234,75	89,06	69,49
22	Италия / Italy	476	486,59	251,70	89,28	43,95
23	Япония / Japan	504	526,97	133,37	68,77	39,37
24	Казахстан / Kazakhstan	387	423,15	179,19	71,12	25,68
25	Южная Корея / South Korea	514	525,93	126,64	76,36	55,59

№ п/п	Страны / Countries	Математические способности / Performance in computer-based mathematics	Читательская грамотность / Performance in digital reading	Время, проведенное в интернете во время занятий и дома, в среднем за неделю, мин / Time spent using the Internet at school and at home on a typical weekday	Доля учащихся, имеющих дома ноутбук, % / Percentage of students who reported that they have a note at home	Доля преподавателей, прошедших курсы повышения квалификации в течение трех ближайших месяцев / Teachers who participated in professional development last three month, %
26	Латвия / Latvia	479	496,13	259,31	89,50	58,74
27	Литва / Lithuania	476	481,19	254,16	90,43	68,81
28	Люксембург / Luxemburg	470	483,42	251,24	90,78	77,30
29	Макао / Macau	525	557,67	188,40	82,27	77,92
30	Мексика / Mexico	420	408,80	198,73	52,64	61,27
31	Новая Зеландия / New Zealand	506	494,49	302,49	91,54	74,38
32	Польша / Poland	512	515,65	248,07	93,48	54,87
33	Российская Федерация / Russian Federation	479	487,79	251,56	85,23	30,15
34	Сербия / Serbia	439	448,28	268,79	82,69	52,14

№ п/п	Страны / Countries	Математические способности / Performance in computer-based mathematics	Читательская грамотность / Performance in digital reading	Время, проведенное в интернете во время занятий и дома, в среднем за неделю, мин / Time spent using the Internet at school and at home on a typical weekday	Доля учащихся, имеющих дома ноутбук, % / Percentage of students who reported that they have a note at home	Доля преподавателей, прошедших курсы повышения квалификации в течение трех ближайших месяцев / Teachers who participated in professional development last three month, %
35	Сингапур / Singapore	549	569,01	235,90	89,27	81,30
36	Словакия / Slovakia	458	486,16	249,22	91,62	26,11
37	Словения / Slovenia	495	508,90	201,57	91,01	44,18
38	Швеция / Sweden	506	502,39	336,18	95,06	80,41
39	Швейцария / Switzerland	484	515,31	202,70	92,69	67,57
40	Турция / Turkey	466	453,51	186,68	59,58	27,92
41	Великобритания / UK	504	501,77	241,17	92,45	71,96
42	США / USA	505	478,24	293,83	88,64	87,97
43	Уругвай / Uruguay	427	417,66	310,27	87,22	20,22